
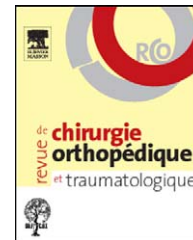




Disponible en ligne sur
 ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France
 EM|consulte
www.em-consulte.com



TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ D'ORTHOPÉDIE ET DE TRAUMATOLOGIE DE L'OUEST. RÉUNION DE LA ROCHELLE, JUIN 2010. NOTE DE TECHNIQUE

Traitement de l'instabilité objective de rotule par transfert actif du droit interne et ostéotomie tubérositaire : une technique originale[☆]

Gracilis tendon transfer associated with distal alignment for patella alta with recurrent dislocations: An original surgical technique

E. Marteau, P. Burdin, J. Brilhault*

Service de chirurgie orthopédique I, université François-Rabelais de Tours et CHRU de Tours, 37044 Tours cedex 09, France

MOTS CLÉS

Aileron rotulien interne ;
Luxation récidivante de rotule ;
Transfert musculaire ;
Droit interne ;
Rotule haute

Résumé De nombreuses techniques chirurgicales du ligament fémoro-patellaire médial ont été récemment proposées avec pour toutes des difficultés à identifier le point d'encrage fémoral et à déterminer à quel degré de flexion du genou tendre le transplant. P. Burdin a proposé une approche différente et originale consistant en la réalisation d'un transfert musculaire du Gracilis au bord médial de la patella permettant d'obtenir une mise en tension progressive du transfert au cours de la flexion du genou par réflexe myotatique dont nous rapportons ici les résultats. Nous avons évalué rétrospectivement 17 genoux traités pour une instabilité fémoro-patellaire par cette technique que nous détaillons. Deux genoux présentaient une instabilité fémoro-patellaire subjective et 15 genoux présentaient une instabilité fémoro-patellaire objective avec un âge moyen de 17,4 ans (huit à 47 ans) lors du premier épisode de luxation. Deux instabilités étaient secondaires à une pathologie neuromusculaire évoluée. Deux genoux avaient déjà subi deux tentatives de stabilisation. Quinze genoux présentaient une dysplasie trochléenne (quatre stades A, huit stades B et trois stades C). L'âge moyen lors de l'intervention de 28,2 ans (16 à 47 ans). Le transfert du Gracilis a été associé dans 15 cas à un abaissement de la tubérosité tibiale antérieure (10 mm en moyenne). Aucune fracture de la patella n'est survenue. Un déficit sensitif persistant de la branche antérieure du nerf saphène interne a été observé dans 15 cas. Un genou gardait des douleurs et une instabilité subjective pour lesquelles une prothèse totale de genou a été réalisée à trois ans de l'intervention. Le recul moyen à la révision était de 5,5 ans (18 mois à 16,5 ans). Aucune récurrence de luxation n'a été rapportée. Huit genoux conservaient

DOI de l'article original : [10.1016/j.otsr.2011.03.013](https://doi.org/10.1016/j.otsr.2011.03.013).

[☆] Ne pas utiliser, pour citation, la référence française de cet article, mais celle de l'article original paru dans *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, en utilisant le DOI ci-dessus.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : jean.brilhault@med.univ-tours.fr (J. Brilhault).

une instabilité subjective. Les scores SF-36 et IKDC étaient bons ou excellents dans 12 cas et le KOOS dans 13 cas. Radiologiquement, une bascule patellaire persistait dans six cas sur 14, une translation persistait dans deux cas sur 14 et une patella baja secondaire a été observé. Une arthrose fémoro-patellaire médiale était observée dans cinq cas : un cas IWANO stade I et quatre cas IWANO stade II. Ces résultats satisfaisants acquis semblent stables dans le temps et ont été acquis par un geste, simple à morbidité réduite permettant d'éviter un déplacement important de la tubérosité tibiale antérieure pour stabiliser l'appareil extenseur. On peut ainsi espérer avoir retardé la survenue, sans doute inévitable, de l'arthrose fémoro-patellaire secondaire.

© 2011 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Introduction

En cas d'instabilité objective de rotule, la triade associant : rotule haute, dysplasie trochléenne et rupture chronique de l'aileron rotulien interne n'est pas rare [1,2].

La rotule haute ayant elle même été décrite associée à une hypoplasie de l'aileron rotulien interne et du muscle vaste interne, il nous a semblé que ces cas pouvaient résulter d'une dysplasie multi-tissulaire du versant interne de l'appareil extenseur [3–6]. Depuis une dizaine d'années, l'aileron rotulien interne a fait l'objet de nombreux travaux le présentant comme le stabilisateur principal de la rotule [7].

De nombreuses techniques chirurgicales de ligamentoplastie ont été proposées dans le même temps pour effectuer sa reconstruction [8]. Bien qu'étant un aspect majeur de ces ligamentoplasties, il n'y a pas à l'heure actuelle, de consensus en ce qui concerne les points d'isométrie et la tension à appliquer à ces reconstructions [9]. Il en a résulté des échecs fréquents dus, soit à une translation interne de la tubérosité tibiale antérieure réalisée isolément, soit à une anisométrie et/ou à un excès de tension de la reconstruction de l'aileron interne dans un des secteurs de flexion du genou qui ont engendré des arthroses fémoro-patellaires internes précoces [10,11]. Dans l'espoir d'éviter ces échecs, tout en prenant en charge les différents composants de cette pathologie, nous avons proposé et réalisé une technique chirurgicale associant : alignement tubérositaire et transfert du tendon du droit interne sur la rotule. Le transfert du tendon du droit interne avait pour but d'assurer à la fois la reconstruction de l'aileron rotulien interne et d'augmenter le volume musculaire du versant interne de l'appareil extenseur tout en limitant les risques d'anisométrie et d'excès de tension [12]. Le but de cette étude était d'évaluer et de détailler cette technique ainsi que les résultats cliniques obtenus.

Matériel et méthodes

Critères d'inclusion

Il s'agissait d'une étude rétrospective continue portant sur des patients opérés pour une instabilité objective de rotule associée à une triade : rotule haute, dysplasie trochléenne et rupture chronique de l'aileron rotulien interne. Les patients inclus dans cette étude présentaient des luxations récidivantes de la rotule (au moins trois). La rotule haute était définie par un index de Caton-Deschamps supérieur à 1,2 sur une radiographie du genou de profil en flexion à 30°

[13]. La dysplasie trochléenne était définie selon les critères de H. Dejour sur la radiographie de profil et le scanner du genou [14]. L'excès de latéralisation de la tubérosité tibiale antérieure était défini par une TA-GT supérieur à 20 mm au scanner [15]. La rupture chronique de l'aileron interne était définie par l'association d'un défaut d'engagement rotulien, d'une hypermobilité transversale de la rotule et d'un signe de Smillie positif [16]. La chirurgie était réalisée par deux opérateurs (PB, JB) selon un protocole opératoire prédéfini. Le premier cas a été réalisé en 1992.

Technique chirurgicale

Le patient était installé en décubitus dorsal. Le premier temps consistait en un examen sous anesthésie générale. Le genou était maintenu à 70° de flexion sur un appui, avec possibilité de mobilisation. Un garrot était placé à la racine du membre et gonflé genou en flexion pour limiter son retentissement sur la tension de l'appareil extenseur au cours de la chirurgie.

Le réalignement distal par transposition de la tubérosité distale était réalisé en premier. Le genou était positionné en extension. Le réalignement était limité à la normo-correction des déformations osseuses : index de Caton-Deschamps égale à 1 et TA-GT égale à 13 mm. Une voie d'abord antéro-interne était réalisée permettant de disséquer la tubérosité tibiale antérieure. Le trait d'ostéotomie tubérositaire de 7 cm était marqué au bistouri électrique en prenant soin de ne pas réaliser d'effraction de la patte d'oie. Une aponévrotomie du compartiment antérieur de jambe était réalisée en prenant soin de ne pas dépérioster le tibia. Le bord latéral du tendon rotulien était libéré sans section de l'aileron rotulien latéral. Une ostéotomie tubérositaire en marche d'escalier était réalisée en transférant à la partie proximale de l'ostéotomie, le fragment de baguette tubérositaire réséqué en distal (Fig. 1). Une fois les contrôles cliniques et radiographiques de la transposition réalisés, la tubérosité tibiale était fixée par deux vis corticales de 4,5 mm. Les orifices tubérositaires étaient chambrés afin de limiter l'irritation cutanée par les têtes de vis. Le transfert du tendon du droit interne était réalisé une fois le transfert tubérositaire effectué pour compenser la déficience des stabilisateurs internes de la rotule. L'expansion du vaste interne était incisée le long du bord proximal de la patte d'oie. Cette incision était prolongée en proximal de manière longitudinale en suivant les fibres du ligament collatéral interne jusqu'à hauteur de l'épicondyle interne. C'est la limite proximale de cette incision qui servait de poulie de réflexion au tendon du muscle droit interne transféré. Le

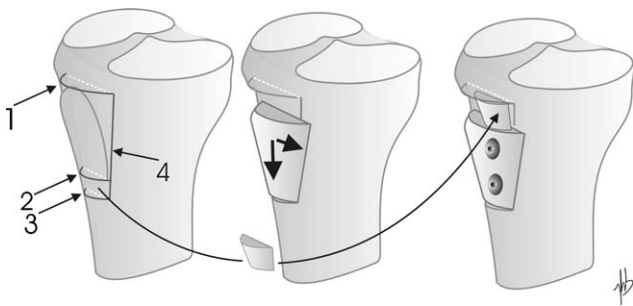


Figure 1 Transposition de la tubérosité tibiale antérieure. (1) Une ostéotomie axiale est réalisée au niveau de l'insertion du tendon rotulien à l'aide d'une scie va-et-vient. (2 et 3) Doubles ostéotomies distales séparées de l'abaissement planifié. (4) L'ostéotomie tubérositaire est complétée à l'aide d'une fine scie oscillante dans un plan strictement frontal. La tubérosité est transposée selon la planification préopératoire. Le fragment tubérositaire réséqué est transposé en proximal contribuant à stabiliser la tubérosité en comblant la perte de substance osseuse engendrée par la transposition.

tendon du droit interne était repéré sous la patte d'oie et isolé à sa partie moyenne sur un lac. Son extrémité distale était désinsérée du tibia au bistouri froid en effectuant une petite incision longitudinale de la patte d'oie pour ne pas risquer d'en endommager le bord proximal. Le tendon désinséré était lacé solidement à son extrémité distale sur ses deux bords à l'aide d'un fil tressé non résorbable. La traction sur le tendon à l'aide des fils préalablement passés, facilitait la libération du tendon et du corps musculaire de ses attaches avec le muscle jumeau interne. Cette libération était effectuée aux ciseaux ou à l'aide d'un strippeur large et émoussé manipulé prudemment pour ne pas endommager le corps musculaire (Fig. 2). Le tendon était ensuite transféré au bord interne de la rotule en regard du bord distal du tendon du muscle vaste interne à la jonction entre un tiers

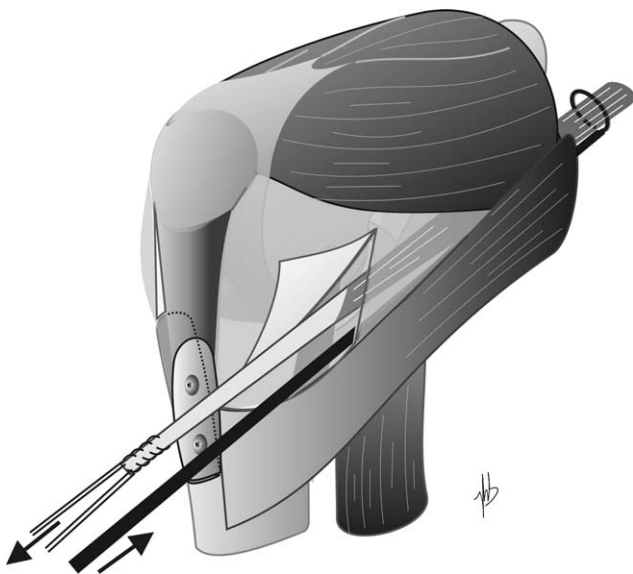


Figure 2 La traction sur le tendon à l'aide des fils préalablement passés permet de le mobiliser et de libérer les attaches avec le muscle jumeau interne.

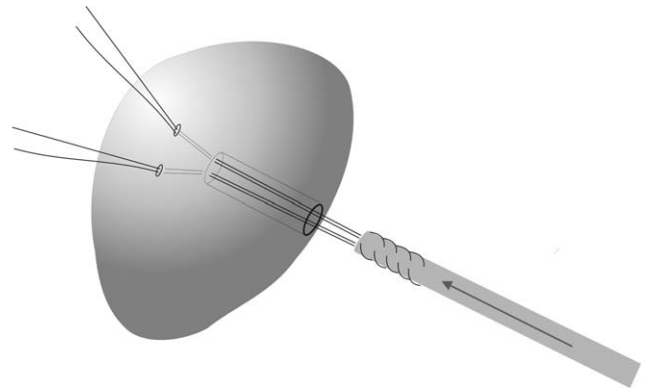


Figure 3 Un tunnel borgne est foré réalisé au bord interne de la rotule en regard du bord distal du tendon du muscle vaste interne. Il est prolongé par deux tunnels plus fins, réalisés à l'aide d'une broche aboutissant à la face antérieure de la patella et dans lesquels sont passés les fils de tractions qui sont noués l'un à l'autre.

proximal et un tiers moyen de la rotule. Une courte arthrotomie était réalisée à ce niveau permettant d'inspecter la qualité du cartilage et d'exciser les ossifications fréquemment localisées dans le tissu cicatriciel de l'aileron interne. Cette arthrotomie était utile secondairement pour évaluer la remise en charge de la facette interne de la rotule une fois le transfert amarré. Un tunnel borgne d'environ 2 cm de profondeur était réalisé au bord interne de la rotule en regard du bord distal du tendon du muscle vaste interne à l'aide de mèches de diamètres croissants (3,5, 4,5, voire 6 mm) selon le calibre du tendon transféré. Ce tunnel était prolongé par deux tunnels plus fins, réalisés à l'aide d'une broche de 2 mm de diamètre aboutissant à la face antérieure de la patella et dans lesquels sont passés les fils de traction qui sont noués l'un à l'autre (Fig. 3). Dans cinq cas, une suture directe, sous-périostée, à la face antérieure de la patella a été réalisée du fait de rotules jugées trop peu épaisses. La course rotulienne ainsi que la pression de la rotule sur la berge interne de la trochlée étaient appréciées de manière passive aux différents degrés de flexion du genou. La mise en tension se faisait de manière automatique et la tension induite devait être suffisante pour limiter la possibilité de translation externe manuelle de la rotule à un ou deux quadrants rotuliens. Une section de l'aileron externe était contre indiquée pour ne pas risquer un excès de translation interne de la rotule. Le tendon du muscle droit interne était enfin suturé à l'expansion du vaste médial sur toute sa longueur à l'aide d'un surjet de fil résorbable ainsi que l'incision de l'expansion du vaste médial au bord proximal de la patte d'oie (Fig. 4). Un drainage était laissé en place avant de suturer le plan cutané.

Le protocole post opératoire comportait une mobilisation passive du genou sur arthromoteur dès l'ablation du drainage. La marche était autorisée en plein appui sous couvert d'une attelle postérieure à conserver pendant 45 jours. Le sevrage de l'attelle était autorisé au 45^e jour postopératoire après que la consolidation osseuse de l'ostéotomie tubérositaire ait été objectivée radiographiquement (Fig. 5).

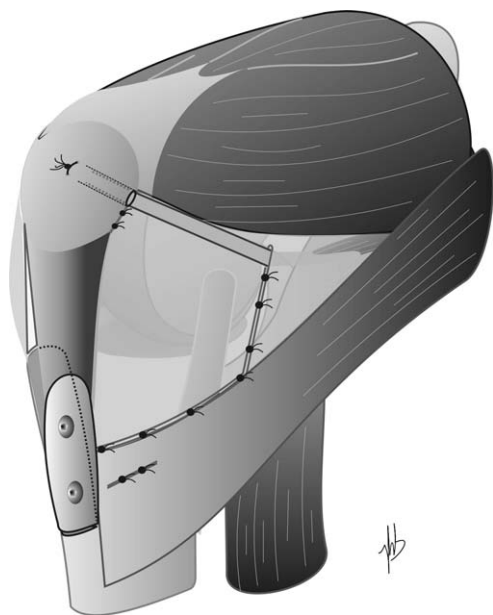


Figure 4 Le tendon du muscle droit interne est suturé à l'expansion du vaste médial sur toute sa longueur à l'aide d'un surjet de fil résorbable ainsi que l'incision de l'expansion du vaste médial au bord proximal de la patte d'oie.

Évaluation

L'évaluation des résultats a été réalisée par une observatrice indépendante (EM) au cours du premier semestre 2008 avec un recul minimum fixé à 18 mois. Les données cliniques et radiographiques ont été obtenues à partir de fiches d'observation standardisées tirées des dossiers des patients. Les complications de la chirurgie ainsi que les récurrences de luxation et les réinterventions ont été renseignées. Tous les patients ont été contactés par téléphone et ont eu une éva-



Figure 5 Radiographie postopératoire.

luation fonctionnelle à l'aide de questionnaires au cours de l'entretien. L'évaluation a été réalisée à l'aide des versions françaises du score SF-36 et du score KOOS [17,18]. Enfin, les patients ont été convoqués pour subir un examen clinique. Le bilan radiographique réalisé lors de la révision était identique à celui réalisé en préopératoire (à l'exception du scanner): genou de face en charge, genou de profil à 30° de flexion et incidence fémoro-patellaire à 30° de flexion.

Résultats

La série

La série comportait dix-neuf cas (seize patients).

Trois cas (trois patients) ont été exclus de l'étude du fait de pathologies évolutives associées perturbant l'évaluation des résultats: un cas de maladie de Charcot-Marie-Tooth présentant un déficit musculaire évolué, un cas de poly-névrite ayant développé un équin important et un cas d'arthrose post-traumatique du genou dont l'évolution fémoro-tibiale avait justifié la réalisation d'une prothèse totale de genou.

Seize cas, treize patients (cinq hommes, huit femmes) ont été évalués sur dossiers et par questionnaires au cours de l'entretien téléphonique. Deux patientes (deux cas) résidant à l'étranger n'ont pas pu se déplacer pour se rendre à la convocation qui leur avait été adressée. Quatorze cas (onze patients) ont ainsi pu être revus.

L'âge moyen lors de l'intervention était de 23,5 ans (16 à 48). Un cas avait subi au préalable deux interventions: une section de l'aileron rotulien externe et une transposition de la tubérosité tibiale antérieure. Six cas (six femmes) présentaient une hyperlaxité pathologique. L'âge moyen lors de la première luxation de rotule était de 14 ans (8 à 32). La transposition tubérositaire était en moyenne de 10 mm d'abaissement (5 à 20) et 10 mm de médialisation (0 à 20). Dans deux cas, un simple abaissement avait été effectué. La seule complication retrouvée était une phlébite surale résolutive sans séquelle après traitement médical. Nous n'avons pas eu à déplorer de fracture secondaire de rotule. Sept cas ont subi secondairement une ablation des vis d'ostéosynthèse tubérositaire.

Les résultats fonctionnels

Le recul moyen lors de l'évaluation était de 7,5 ans (2 à 17). Aucun cas n'avait présenté d'épisode d'instabilité rotulienne (luxation ou subluxation). Tous les patients avaient pu reprendre leurs activités sportives. Une appréhension lors du saut était rapportée dans quatre cas (quatre patients). Le score SF-36 moyen était de 81/100 (43 à 88). Le score KOOS moyen était de 93 pour les symptômes (39 à 96), 97 pour les activités quotidiennes (60 à 100), 70 pour les activités sportives (35 à 100) et 81 pour la qualité de vie (31 à 100).

Les résultats cliniques

Parmi les quatorze cas revus, aucun ne présentait de limitation de mobilité articulaire. Un cas présentait un genu recurvatum acquis après l'intervention. Onze cas présen-

taient un signe de rabout rotulien spontané lors de la mobilisation active du genou, alors que seuls sept cas en présentaient un en préopératoire. Un signe de Smillie positif ainsi qu'une hypermobilité transversale de la rotule persistaient pour quatre cas. Une anomalie de la course rotulienne avec un trouble de l'engagement persistait dans quatre cas.

Les résultats radiologiques

Une dysplasie trochléenne était présente dans tous les cas de la série. Il y avait selon la classification de H. Dejour : trois stades A, neuf stades B et quatre stades C. L'angle trochléen moyen était de $139,1^\circ$ (127 à 143) avec un angle supérieur à 140° dans sept cas. La TA-GT moyenne était de 20 mm (7 à 28). Une rotule haute était présente dans tous les cas de la série avec un index de Caton-Deschalps moyen de 1,3 (1,2 à 1,5). Sur les quatorze cas revus, l'index de Caton-Deschamps était en moyenne de 1 (0,8 à 1,2). Deux cas présentaient une arthrose fémoro-patellaire sur les clichés en incidence fémoro-patellaire à cinq et sept ans de l'intervention. Dans les deux cas, l'arthrose était limitée avec un pincement de moins de 50 % de l'épaisseur de l'interligne articulaire.

Discussion

L'analyse des données obtenues nous permet de conclure à l'efficacité du traitement proposé sur l'instabilité objective de rotule. L'intrication de la transposition tubérositaire et du transfert tendineux ne permet pas de préciser la part respective de chaque geste dans l'efficacité du traitement. Avec une multitude de traitements proposés, le traitement idéal de l'instabilité objective de rotule reste encore à déterminer [19]. Nous souhaitons exposer ici la démarche qui nous a amené vers cette technique ainsi que les avantages qu'elle offre.

L'instabilité fémoro-patellaire est le plus souvent multifactorielle avec trois composantes principales : un désordre architectural ostéoarticulaire, une laxité ligamentaire et un déficit musculaire. En présence d'une association rotule haute, dysplasie trochléenne et laxité de l'aileron rotulien interne, il nous a semblé important de comprendre le rôle joué et éventuellement la réponse thérapeutique à apporter à ces trois composantes. La rotule haute est liée à une augmentation de longueur du tendon rotulien [20]. Cette augmentation de longueur a au moins deux conséquences : elle augmente le degré de flexion du genou requis pour engager la rotule dans la trochlée et augmente le bras de levier de la baïonnette quand elle existe [21]. Cette anomalie a été documentée comme étant associée à un aileron rotulien hypoplasique ou absent [4]. Cette association est indispensable à prendre en compte puisque l'aileron rotulien est reconnu comme étant le premier et principal stabilisateur passif de la rotule sur le versant interne du genou [22–24]. L'aileron rotulien lui-même entretient des rapports anatomiques étroits avec le muscle vaste interne et plus particulièrement sa portion oblique qui est le seul stabilisateur actif de la rotule sur le versant interne du genou [25]. Comme la portion oblique du muscle vaste interne a été décrite comme étant dysplasique en cas d'instabilité fémoro-patellaire [26] et que l'aileron rotulien interne était absent ou non identifiable dans 69 % des genoux disséqués

par Reider et al. [4], nous avons émis l'hypothèse que la dysplasie de la portion oblique du muscle vaste interne et celle de l'aileron rotulien interne étaient deux composantes d'une dysplasie pluri-tissulaire auxquelles était associée une rotule haute par excès de longueur du tendon rotulien et une dysplasie de la trochlée fémorale. Il était dès lors logique d'agir sur les deux composantes principales de la pathologie en cas de traitement chirurgical. Augmenter la stabilité fémoro-patellaire à 20° de flexion en abaissant la rotule via une transposition tubérositaire [27] et augmenter la force des stabilisateurs internes de la rotule. Concernant cette dernière composante, il nous a semblé que la reconstruction devait idéalement être à la fois passive et active. C'est de là que découle l'idée d'un transfert musculaire permettant d'agir sur les deux aspects de la dysplasie des parties molles et de suppléer à l'hypoplasie de la portion oblique du muscle vaste interne. Bien que la dysplasie trochléenne soit un aspect majeur de l'instabilité fémoro-patellaire, nous ne proposons pas de geste spécifique sur cette composante de la pathologie [14,28,29]. Cela est principalement lié aux résultats décevants obtenus par les trochléoplasties [30–32], associées à une iatrogénie réelle et parfois fatale [33].

Ce dernier point nous amène à un paramètre majeur du cahier des charges élaboré lors de notre démarche thérapeutique : sommes-nous capables de proposer un traitement chirurgical reproductible à iatrogénie limitée à nos patients ? Nous avons limité la transposition tubérositaire à la normalisation des paramètres de hauteur rotulienne et TA-GT dans l'espoir de limiter autant que faire se peut la surcharge de la berge interne de la trochlée exposant à l'arthrose secondaire [34]. Le choix d'une ligamentoplastie dynamique de l'aileron rotulien interne par transfert tendineux relevait aussi en partie de cette philosophie. En effet, si les ligamentoplasties de l'aileron rotulien interne semblent être le traitement qui offre le taux d'instabilité résiduel le plus bas [19], d'un point de vue technique, elles sont confrontées à deux obstacles majeurs : le premier est l'absence de données suffisantes concernant les points d'isométrie d'une telle ligamentoplastie, le second est l'absence de données sur la tension à appliquer à la ligamentoplastie ainsi que le degré de flexion du genou auquel ce réglage doit être effectué.

Une de nos hypothèses était qu'un transfert musculaire pourrait par réflexe médullaire et/ou myostatique, assurer une mise en tension optimale et limiter la surcharge fémoro-patellaire interne, facteur de douleurs et d'arthrose précoce [35]. Il nous faut reconnaître ici qu'il n'y a pas, à notre connaissance de données dans la littérature pour supporter cette théorie. Cependant, un autre muscle de la patte d'oie, le muscle demi tendineux a été récemment proposé pour reconstruire de façon dynamique l'aileron rotulien interne selon des modalités similaires aux nôtres [36,37]. Ces techniques utilisent le ligament latéral interne sous lequel passe le transfert tendineux comme poulie de réflexion. Bien que reposant sur une approche probablement similaire, nous pensons que le ligament latéral interne est éloigné des zones d'isométrie proposées et que l'impact sur la biomécanique du genou du prélèvement du muscle demi tendineux est trop lourd pour rendre ce muscle éligible au transfert [38]. En effet, le recours à un muscle aussi puissant que le demi tendineux nous semble hors de proportion pour recons-

truire l'aileron rotulien interne dont la résistance est limitée à 208 Newton [39]. Bien que n'ayant pas connaissance de ces techniques [36,37] à l'époque où nous avons élaboré la nôtre, nous avons écarté le transfert du muscle demi tendineux et retenu le muscle droit interne aussi pour limiter la potentielle iatrogénicité du transfert.

Enfin, se posait à nous la question plus technique de la fixation du transfert dans la rotule.

Bien que le tunnel osseux nous ait paru optimal et qu'il ait par la suite été documenté comme le mode de fixation optimal par Mountney et al. [40], nous redoutions les fractures secondaires de rotule. Différentes publications dans la littérature nous ont par la suite donné raison [41–43]. Il nous a cependant semblé qu'un tunnel ne traversant pas la rotule de part en part ou ne réalisant pas d'effraction de la corticale antérieure devait limiter ces risques. Pour autant, en cas de rotules jugées trop petites ou trop minces nous avons réalisé un ancrage sous-périosté du transfert.

Bien que limitée par son caractère rétrospectif et le nombre limité de cas revus, il nous semble que cette série fait la preuve de l'efficacité à long terme du traitement proposé puisque le recul moyen est de 7,5 années et que 50 % des cas ont un recul de plus de six ans. Sur ce groupe homogène de cas difficiles nous n'avons observé aucune récurrence d'instabilité même si une appréhension et une cinématique rotulienne perturbée était encore présente pour 25 % des cas revus. Malgré tout, un pincement limité de l'interligne fémoro-patellaire a été observé dans deux cas à cinq et sept ans et justifie de poursuivre le suivi de ces patients à plus long terme.

Déclaration d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

Références

- [1] Dejour H, Walch G, Nove-Josserand L, et al. Factors of patellar instability: an anatomic radiographic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1994;2:19–26.
- [2] Steiner TM, Torga-Spak R, Teitge RA. Medial patellofemoral ligament reconstruction in patients with lateral patellar instability and trochlear dysplasia. *Am J Sports Med* 2006;34:1254–61.
- [3] Lancourt JE, Christini JA. Patella alta and patella infera. Their etiological role in patellar dislocation, chondromalacia, and apophysitis of the tibial tubercle. *J Bone Joint Surg Am* 1975;57:1112–5.
- [4] Reider B, Marshall JL, Koslin B, et al. The anterior aspect of the knee joint an anatomical study. *J Bone Joint Surg Am* 1981;63:351–6.
- [5] Henry JH, Craven PR. Surgical treatment of patellar instability: indications and results. *Am J Sports Med* 1981;9:82–5.
- [6] Nove-Josserand L, Dejour D. Quadriceps dysplasia and patellar tilt in objective patellar instability. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1995;81:497–504.
- [7] Amis AA, Firer P, Mountney J, Senavongse W, Thomas NP. Anatomy and biomechanics of the medial patellofemoral ligament. *Knee* 2003;10:215–20.
- [8] LeGrand AB, Greis PE, Dobbs RE, Burks RT. MPFL reconstruction. *Sports Med Arthrosc* 2007;15:72–7.
- [9] Steensen RN, Dopirak RM, McDonald 3rd WG. The anatomy and isometry of the medial patellofemoral ligament: implications for reconstruction. *Am J Sports Med* 2004;32:1509–13.
- [10] Elias JJ, Cosgarea AJ. Technical errors during medial patellofemoral ligament reconstruction could overload medial patellofemoral cartilage: a computational analysis. *Am J Sports Med* 2006;34:1478–85.
- [11] Beck P, Brown NA, Greis PE, Burks RT. Patellofemoral contact pressures and lateral patellar translation after medial patellofemoral ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2007;35:1557–63 [Ann Orthop Ouest 2006;38:29–33].
- [12] Burdin P, Brilhault J. Aileron rotulien interne et luxation récidivante de la rotule. *Ann Orthop Ouest* 2006;38:29–33.
- [13] Caton J, Deschamps G, Chambat P, Lerat JL, Dejour H. Patella infera: à propos of 128 cases. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1982;68:317–25.
- [14] Dejour H, Walch G, Neyret P, et al. Dysplasia of the femoral trochlea. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1990;76:45–54.
- [15] Goutallier D, Bernageau J, Lecudonnet B. The measurement of the tibial tuberosity. Patella groove distanced technique and result (author's translation) [in French]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1978;64:423–8.
- [16] Smillie IS. Internal derangements of the knee-joint in women. *Proc R Soc Med* 1968;61:45–6.
- [17] Leplegue A, Mesbah M, Marquis P. Preliminary psychometric analysis of the French version of an international quality of life questionnaire: the M.O.S SF-36. *Rev Epidemiol Sante Publique* 1995;43:371–9.
- [18] Ornetti P, Parratte S, Gossec L, Tavernier C, Argenson J, Roos E, et al. Cross-cultural adaptation and validation of the French version of the Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) in knee osteoarthritis patients. *Osteoarthritis Cartilage* 2008;16:423–8.
- [19] Colvin AC, West RV. Patellar instability. *J Bone Joint Surg Am* 2008;90:2751–62.
- [20] Neyret P, Robinson AH, Le Coultre B, Lapra C, Chambat P. Patellar tendon length—the factor in patellar instability? *Knee* 2002;9:3–6.
- [21] Aglietti P, Buzzi R, Insall JN. Disorders of the patellofemoral joint. In: Insall JN, editor. *Surgery of the Knee*. New York, NY: Churchill Livingstone; 1993. p. 241–385.
- [22] Conlan T, Garth WP, Lemons JE. Evaluation of the medial soft-tissue restraints of the extensor mechanism of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 1993;75:682–93.
- [23] Desio SM, Burks RT, Bachus KN. Soft tissue restraints to lateral patellar translation in the human knee. *Am J Sports Med* 1998;26:59–65.
- [24] Hautamaa PV, Fithian DC, Kaufman KR, et al. Medial soft tissue restraints in lateral patellar instability and repair. *Clin Orthop* 1998;349:174–82.
- [25] Lieb FJ, Perry J. Quadriceps function: an anatomical and mechanical study using amputated limbs. *J Bone Joint Surg Am* 1968;50:1535–48.
- [26] Goh JC, Lee PY, Bose K. A cadaver study of the function of the oblique part of vastus medialis. *J Bone Joint Surg Br* 1995;77:225–31.
- [27] Insall J, Goldberg V, Salvati E. Recurrent dislocation and the high-riding patella. *Clin Orthop Relat Res* 1972;88:67–9.
- [28] Jafaril A, Farahmand F, Meghdari A. The effects of trochlear groove geometry on patellofemoral joint stability—a computer model study. *Proc Inst Mech Eng H* 2008;222:75–88.
- [29] Amis AA, Oguz C, Bull AM, Senavongse W, Dejour D. The effect of trochleoplasty on patellar stability and kinematics: a biomechanical study in vitro. *J Bone Joint Surg Br* 2008;90:864–9.
- [30] Verdonk R, Jansegers E, Stuyts B. Trochleoplasty in dysplastic knee trochlea. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2005;13:529–33.

- [31] Donell ST, Joseph G, Hing CB, Marshall TJ. Modified Dejour trochleoplasty for severe dysplasia: operative technique and early clinical results. *Knee* 2006;13:266–73.
- [32] Utting MR, Mulford JS, Eldridge JD. A prospective evaluation of trochleoplasty for the treatment of patellofemoral dislocation and instability. *J Bone Joint Surg Br* 2008;90:180–5.
- [33] Schöttle PB, Schell H, Duda G, Weiler A. Cartilage viability after trochleoplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2007;15:161–7.
- [34] Nakagawa K, Wada Y, Minamide M, Tsuchiya A, Moriya H. Deterioration of long-term clinical results after the Elmslie-Trillat procedure for dislocation of the patella. *J Bone Joint Surg Br* 2002;84:861–4.
- [35] Ostermeier S, Holst M, Bohnsack M, Hurschler C, Stukenborg-Colsman C, Wirth CJ. In vitro measurement of patellar kinematics following reconstruction of the medial patellofemoral ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2007;15:276–85.
- [36] Deie M, Ochi M, Sumen Y, Adachi N, Kobayashi K, Yasumoto M. A long-term follow-up study after medial patellofemoral ligament reconstruction using the transferred semitendinosus tendon for patellar dislocation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2005;13:522–8.
- [37] Ostermeier S, Stukenborg-Colsman C, Wirth CJ, Bohnsack M. Reconstruction of the medial patellofemoral ligament by tunnel transfer of the semitendinosus tendon. *Oper Orthop Traumatol* 2007;19:489–501.
- [38] Cross M, Roger G, Kujawa P. Regeneration of the semitendinosus and gracilis tendons following their transection for repair of the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 1991;20:221–3.
- [39] Gobbi A, Domzalski M, Pascual J, Zanazzo M. Hamstring anterior cruciate ligament reconstruction: is it necessary to sacrifice the gracilis? *Arthroscopy* 2005;21:275–80.
- [40] Mountney J, Senavongse W, Amis AA, Thomas NP. Tensile strength of the medial patellofemoral ligament before and after repair or reconstruction. *J Bone Joint Surg Br* 2005;87:36–40.
- [41] Teitge RA, Torga-Spak R. Medial patellofemoral ligament reconstruction. *Orthopedics* 2004;27:1037–40.
- [42] Mikashima Y, Kimura M, Kobayashi Y, Miyawaki M, Tomatsu T. Clinical results of isolated reconstruction of the medial patellofemoral ligament for recurrent dislocation and subluxation of the patella. *Acta Orthop Belg* 2006;72:65–71.
- [43] Christiansen SE, Jacobsen BW, Lund B, Lind M. Reconstruction of the medial patellofemoral ligament with gracilis tendon autograft in transverse patellar drill holes. *Arthroscopy* 2008;24:82–7.